

IAP20 Rec'd PCT/JP 28 MAR 2006

## 明 細 書

## 多層積層回路基板

## 5 技術分野

本発明は、半導体技術分野における多層積層回路基板に関し、詳しくは電磁気的な特性を有するシートを積層してコイル及びコアを形成した積層トランスを内蔵したものに關する。

## 10 背景技術

近年、電子機器の小型化の急速な進展に伴い、軽く小さく、しかも薄い積層トランスが注目されている。図13は、従来の積層トランスを示す分解斜視図である。図14は、積層後の図13におけるXIV-XIV線縦断面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

15 従来の積層トランス80は、一次巻線81a, 81cが形成された一次巻線用の磁性シート82b, 82dと、二次巻線81b, 81dが形成された二次巻線用の磁性シート82c, 82eと、磁性シート82b～82eを挟持する磁性シート82a, 82gとを備えたものである。

また、磁性シート82eと磁性シート82gとの間には、磁気飽和特性を改善するための磁性シート82fが介挿されている。磁性シート82a～82eには、一次巻線81a, 81cを接続するスルーホール90, 91, 92及び二次巻線81b, 81dを接続するスルーホール93, 94, 95が設けられている。磁性シート82aの下面には、一次巻線用の外部電極96, 97及び二次巻線用の外部電極98, 99が設けられている。スルーホール90～96内には導電体が充填されている。磁性シート82a～82gが積層トランス80のコアとなっている。

25 なお、図13及び図14は概略図であるので、厳密に言えば一次巻線81a, 81c及び二次巻線81b, 81dの巻数やスルーホール90～96の位置が、図13と図14とで対応していない。

積層トランス 80 の一次側では、外部電極 96 → スルーホール 92 → 一次巻線 81c → スルーホール 91 → 一次巻線 81a → スルーホール 90 → 外部電極 97、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一方、積層トランス 80 の二次側では、外部電極 99 → スルーホール 95 → 二次巻線 81d → スルーホール 94 → 二次巻線 81b → スルーホール 93 → 外部電極 98、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一次巻線 81a, 81c を流れる電流は、磁性シート 82a ~ 82g に磁束 85 (図 14) を発生させる。その磁束 85 は、巻数比に応じた起電力を二次巻線 81b, 81d に発生させる。このようにして、積層トランス 80 が動作する。

ここで、一次巻線 81a, 81c の自己インダクタンスを  $L_1$ 、二次巻線 81b, 81d の自己インダクタンスを  $L_2$ 、一次巻線 81a, 81c と二次巻線 81b, 81d との相互インダクタンスを  $M$  とすると、電磁結合係数  $k$  は次式で定義される。

$$k = |M| / \sqrt{L_1 \cdot L_2} \quad (k \leq 1)$$

電磁結合係数  $k$  は、トランス性能の指標の一つであり、大きいほど洩れ磁束 (洩れインダクタンス) が少ないので電力変換効率が高い。

#### [解決すべき課題]

積層トランス 80 は、例えば個別部品として、プリント配線板に実装されていた。しかしながら、このような従来技術では、電子機器の更なる小型化の要求に、応えることが難しくなりつつある。

また、積層トランス 80 では、一次巻線 81a, 81c と二次巻線 81b, 81d との間が磁性体層 (磁性シート 82c ~ 82e) であることにより、洩れ磁束 86 (図 14) が発生するので、十分な電磁結合係数  $k$  を得られなかった。この問題を解決するために、スクリーン印刷又はペースト塗布によって一次巻線 81a, 81c 上及び二次巻線 81b, 81d 上に誘電体層 (図示せず) を設け、この誘電体層から拡散する物質によって磁性体層の透磁率を小さくする技術 (以下「従来の積層トラ

ンス」という。) が考えられる。

しかしながら、この従来の積層トランスでは、一次巻線 8 1 a, 8 1 c 上及び二次巻線 8 1 b, 8 1 d 上に塗布された誘電体ペーストに、一次巻線 8 1 a, 8 1 c 及び二次巻線 8 1 b, 8 1 d から導電性物質（例えば A g 粒子）が拡散することにより、一次巻線 8 1 a 同士、一次巻線 8 1 c 同士、二次巻線 8 1 b 同士、及び二次巻線 8 1 d 同士の絶縁性が低下するおそれがあった。ペーストは、例えば有機溶媒などによって液体状になっているので、物質が拡散しやすいためである。

また、誘電体層を設けて洩れ磁束を減らしたとしても、一次巻線 8 1 a, 8 1 c と二次巻線 8 1 b, 8 1 d との間隔が「磁性体層＋誘電体層」になって広がる。このことは、その間隔に洩れ磁束が入り込みやすくなるので、逆に電磁結合係数  $k$  を小さくする方向に作用する。したがって、従来の積層トランスでは、電磁結合係数  $k$  を大きくすることが極めて困難であった。

#### 〔発明の目的〕

そこで、本発明の主な目的は、積層トランスの軽く小さく薄いという利点を十分に生かすことにより、電子機器の更なる小型化を実現する技術を提供することにある。また、本発明の他の目的は、巻線相互の絶縁性を維持したまま電磁結合係数を増大できる積層トランスを提供することにある。

#### 発明の開示

本発明に係る多層積層回路基板は、磁性シートと一次巻線及び二次巻線と非磁性体からなる誘電シートとを積層してなる積層トランスを内蔵するとともに、回路パターンが形成された配線シートを備えたものである。また、好ましい実施形態では、配線シートは積層トランスの上又は下に積層された、又は配線シートの一部に積層トランスが設けられた、としてもよい。更に、積層部品が形成された積層部品シートを更に

備えた、又は厚膜及びチップ受動素子並びにチップ能動素子が表面に実装された、としてもよい。このとき、厚膜若しくはチップ受動素子又はチップ能動素子が表面に実装された、としてもよい。なお、ここでいう「非磁性体」とは、少なくとも磁性シートよりも小さい透磁率を有する物質という意味である。「誘電シート」とは、少なくとも磁性シートよりも大きい抵抗率を有するシートという意味であり、誘電体シート又は絶縁シートと呼んでもよい。

従来技術では、積層トランスを個別部品としてプリント配線板に実装していたが、積層トランスのパッケージを小型にすることも、積層トランスと他の部品との配線を縮小することも限界に達していた。そこで、本発明では、積層トランスを多層積層回路基板に内蔵させることにした。その結果、多層積層回路基板をパッケージングするので、積層トランスのパッケージが省略される。しかも、積層方向に配線できることから、配線の占有面積が減少するので、積層トランスと他の部品との配線も最小限になる。

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板に内蔵された積層トランスは、次の積層体を備えたものである。その積層体は、第一の磁性シートと、この第一の磁性シート上に積層されるとともに中央に貫通孔が形成された非磁性体からなる第一の誘電シートと、この第一の誘電シート上の貫通孔の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか一方又は両方からなる第一の巻線と、この第一の巻線上に積層されるとともに第一の誘電シートの周縁及び貫通孔で第一の磁性シートに接する第二の磁性シートと、この第二の磁性シート上に積層されるとともに中央に貫通孔が形成された非磁性体からなる第二の誘電シートと、この第二の誘電シート上の貫通孔の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか他方又は両方からなる第二の巻線と、この第二の巻線上に積層されるとともに第二の誘電シートの周縁及び貫通孔で第二の磁性シートに接する第三の磁性シートとを含んでなる。また、望ましくは、この積層体が更に複数積層され、上端を除く第三の

磁性シートがその上の積層体で第一の磁性シートとして兼用され、複数の一次巻線同士及び複数の二次巻線同士をそれぞれ接続するスルーホールが磁性シート及び誘電シートに設けられた、としてもよい。

誘電シートは、巻線上に誘電体ペーストを塗布して形成された誘電体層に比べて、次の利点を有する。①、固形のシート状であるので、すなわちペースト状ではないので、巻線の有無に関係なく膜厚が均一になる。そのため、巻線の有る部分でも、十分な膜厚を確保できる。②、ペースト状ではないので、巻線からの拡散物質は極めて少ない。そのため、一次巻線同士及び二次巻線同士の絶縁性を劣化させることがない。

また、望ましくは、誘電シートの中央に貫通孔を設け、誘電シートの大きさを磁性シートよりも小さくしている。これにより、誘電シートを一对の磁性シートで挟持すると、誘電シートの中央及び周縁で磁性シート同士が接するので、磁性シートのコアが形成される。一次巻線と二次巻線との間には、誘電シートが介在しているので、絶縁性にも優れる。

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板に内蔵された積層トランスは、中央に貫通孔が形成された非磁性体からなる誘電シートと、この誘電シートの一方の面上かつ貫通孔の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか一方又は両方からなる第一の巻線と、誘電シートの他方の面上かつ貫通孔の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか他方又は両方からなる第二の巻線と、誘電シート、第一の巻線及び第二の巻線を挟持するとともに誘電シートの周縁及び貫通孔で互いに接する一对の磁性シートとを備えたものである。

望ましくは、誘電シートは一枚でも積層した複数枚でもよい。一次巻線と二次巻線とが誘電シートを挟んで対向していれば、誘電シートの一方の面に一次巻線と二次巻線とを交互に配置し、他方の面に一次巻線と二次巻線とを交互に配置してもよい。誘電シートが複数枚である場合は、これらの誘電シートを挟んで一次巻線及び二次巻線を複数本設けることができる。このとき、これらの一次巻線同士及び二次巻線同士をそれぞれ接続するスルーホールを、誘電シートに設けてもよい。

従来の積層トランスでは、一次巻線と二次巻線との間が磁性体層になっているため、この磁性体層に洩れ磁束が発生することにより、電磁結合係数が小さくなっていた。そこで、本発明における積層トランスでは、まず一次巻線と二次巻線との間を非磁性体層（誘電シート）とした。これだけではコアを形成できないので、誘電シートの中央に貫通孔を設けて、この貫通孔と誘電シートの周縁とで一对の磁性シートを接触させることにより、コアを形成した。したがって、本発明における積層トランスでは、一次巻線と二次巻線との間が非磁性体層（誘電シート）であるので、洩れ磁束を抑制できる。しかも、従来の積層トランスと異なり、一次巻線上及び二次巻線上に誘電体ペーストを塗布して誘電体層を形成する必要がないので、一次巻線同士及び二次巻線同士の絶縁性が劣化することもなく、一次巻線と二次巻線との間隔も広がらない。

また、好ましい実施形態では、誘電シートの周縁に収められた磁性棒と、貫通孔に収められた磁心とを更に備え、一对の磁性シートが誘電シートを挟持するとともに磁性棒及び磁心を介して互いに接する、としてもよい。この場合も、誘電シートは、一枚でも複数枚（積層）でもよい。誘電シートが複数枚であるときは、これらの誘電シートを挟んで一次巻線及び二次巻線が複数本設けられる。このとき、これらの一次巻線同士及び二次巻線同士をそれぞれ接続するスルーホールを、誘電シートに設けてもよい。

望ましくは、第一の磁性シートと第二の磁性シートとの間に、誘電シートが挟まれており、また、誘電シートの両面には、それぞれ一次巻線と二次巻線とが位置している。そして、誘電シートの周縁には磁性棒が収まり、誘電シートの中央の貫通孔には磁心が収まっている。そのため、一对の磁性シートは、誘電シートの周縁及び中央での歪みが少ない。したがって、一对の磁性シートをあまり屈曲させなくてもよいので、製造が容易である。しかも、磁路の断面積を十分にとれるので、磁気飽和特性も向上する。この作用は、誘電シートの積層枚数が多い程、顕著に現われる。

特に、磁性枠の厚み（複数枚ならば総和）と磁心の厚み（複数枚ならば総和）と誘電シートの厚み（複数枚ならば総和）とを一致させると、極めて平坦な積層トランスが得られる。したがって、積層トランスの上に配線シートを積層しても、配線シートの歪みが抑えられるので、配線シートの信頼性が向上する。

また、好ましい実施形態では、磁性枠及び磁心が支持部を介して互いに連結された磁性シートからなる、としてもよい。この場合は、磁性枠及び磁心を同時に形成でき、しかも積層時の位置合わせも同時にできる。

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板に内蔵された積層トランスは、中央及び周縁を磁性パターンとし中央及び周縁以外の部分を非磁性体からなる誘電パターンとした混成シートと、誘電パターンの一方の面上かつ中央の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか一方又は両方からなる第一の巻線と、誘電パターンの他方の面上かつ中央の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか他方又は両方からなる第二の巻線と、混成シート、第一の巻線及び第二の巻線を挟持するとともに磁性パターンを介して互いに接する一対の磁性シートとを備えたものである。

望ましくは、混成シートは一枚でも積層した複数枚でもよい。一次巻線と二次巻線とが混成シートの誘電パターンを挟んで対向していれば、混成シート的一方の面に一次巻線と二次巻線とを交互に配置し、他方の面に一次巻線と二次巻線とを交互に配置してもよい。混成シートが複数枚である場合は、これらの混成シートを挟んで一次巻線及び二次巻線を複数本設けることができる。このとき、これらの一次巻線同士及び二次巻線同士をそれぞれ接続するスルーホールを、混成シートに設けてもよい。

従来の積層トランスでは、一次巻線と二次巻線との間が磁性体層になっているため、この磁性体層に洩れ磁束が発生することにより、電磁結合係数が小さくなっていた。そこで、本発明における積層トランスでは、まず一次巻線と二次巻線との間を非磁性体層（誘電パターン）とした。

これだけではコアを形成できないので、混成シートの中央及び周縁を磁性パターンとし、この磁性パターンで一对の磁性シートを接触させることにより、コアを形成した。したがって、本発明における積層トランスでは、一次巻線と二次巻線との間が非磁性体層（誘電パターン）である  
5     ので、洩れ磁束を抑制できる。しかも、従来の積層トランスと異なり、一次巻線上及び二次巻線上に誘電体ペーストを塗布して誘電体層を形成する必要がないので、一次巻線同士及び二次巻線同士の絶縁性が劣化することもなく、一次巻線と二次巻線との間隔も広がらない。

また、好ましい実施形態では、前述の混成シートを第一の巻線又は第二の巻線と磁性シートとの間に介挿してもよい。この混成シートは、一次巻線又は二次巻線の絶縁性を高める働きをする。  
10

好ましい実施形態では、混成シートは、磁性パターンの膜厚と誘電パターンの膜厚とが等しい、としてもよい。この場合は、混成シートの膜厚がどこでも一定になるので、混成シートを挟持する一对の磁性シートも平坦になる。したがって、積層トランスの上に配線シートを積層しても、配線シートの歪みが抑えられるので、配線シートの信頼性が向上する。  
15

本発明に係る多層積層回路基板によれば、積層トランスを内蔵することにより、積層トランスのパッケージを省略できるとともに、積層トランスと他の部品との配線も最小限にできる。したがって、積層トランスの軽く小さく薄いという利点を十分に生かすことができるので、電子機器の更なる小型化を実現できる。  
20

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板における積層トランスによれば、誘電シート上に巻線を配置したことにより、巻線の有る部分でも、誘電体層の膜厚を十分に確保できる。しかも、誘電シートは固形であってペースト状ではないので、巻線から誘電シートへの拡散物質が極めて少ないため、一次巻線同士及び二次巻線同士の絶縁性を劣化させることもない。したがって、巻線相互の絶縁性を大幅に向上させることができる。しかも、中央に貫通孔を設けた誘電シートを一对の  
25



磁性シートで挟持することにより、誘電シートの中央及び周縁で磁性シート同士が接するので、磁性シートからなるコアを単純な構成かつ簡単な方法で形成できる。

- 本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板における積層
- 5    トランスによれば、一次巻線と二次巻線との間を誘電シートとし、誘電シートの中央に貫通孔を設けて、この貫通孔と誘電シートの周縁とで一对の磁性シートを接触させてコアを形成したことにより、一次巻線と二次巻線との間が非磁性体層である積層トランスを実現できたので、洩れ磁束を抑制できる。しかも、従来の積層トランスと異なり、一次巻線上
- 10    及び二次巻線上に誘電体ペーストを塗布して誘電体層を形成する必要がないので、一次巻線同士及び二次巻線同士の絶縁性が劣化することもなく、一次巻線と二次巻線との間隔も広がらない。したがって、巻線相互の絶縁性を維持したまま電磁結合係数を増大できる。更に、従来の磁性シートに代わって誘電シートが介在することによって、一次巻線と
- 15    二次巻線との絶縁性も向上できる。

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板における積層トランスによれば、これに加え、誘電シートを挟持する一对の磁性シートが誘電シートの周縁及び貫通孔で互いに接することにより、磁性シート自体が磁心及び磁性枠として機能するので、部品点数を削減できる。

- 20    本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板における積層トランスによれば、誘電シートの周縁に磁性枠が収められ、誘電シートの中央の貫通孔に磁心が収められ、これらを一对の磁性シートが挟持していることにより、誘電シートの周縁及び中央での磁性シートの屈曲を低減できる。したがって、磁性シートをあまり又は全く屈曲させなくても
- 25    もよいので、製造を容易化できる。しかも、磁路の断面積を十分にとれるので、磁気飽和特性も向上できる。

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板における積層トランスによれば、磁性枠及び磁心が支持部を介して連結された磁性シートからなるので、磁性枠及び磁心を同時に形成でき、しかも積層時の

位置合わせも同時にできるので、製造を容易化できる。

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板における積層トランスによれば、一次巻線と二次巻線との間を混成シートの誘電パターンとし、混成シートの中央及び周縁を磁性パターンとし、この磁性パターンで一对の磁性シートを接触させてコアを形成したことにより、一次巻線と二次巻線との間が非磁性体層である積層トランスを実現できたので、洩れ磁束を抑制できる。しかも、従来の積層トランスと異なり、一次巻線上及び二次巻線上に誘電体ペーストを塗布して誘電体層を形成する必要がないので、一次巻線同士及び二次巻線同士の絶縁性が劣化することもなく、一次巻線と二次巻線との間隔も広がらない。したがって、巻線相互の絶縁性を維持したまま電磁結合係数を増大できる。更に、従来の磁性シートに代わって誘電パターンが介在することによって、一次巻線と二次巻線との絶縁性も向上できる。

また、誘電パターンと磁性パターンとの両方が一枚の混成シートに形成されていることにより、誘電体のみからなる誘電シートと磁性体のみからなる磁性シートとを積層して同じ構造を形成する場合に比べて、シート枚数を少なくできるとともに、積層方法も簡略化できる。

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板における積層トランスによれば、これに加え、前述の混成シートと同じものを一次巻線又は二次巻線と磁性シートとの間に介挿することにより、一次巻線又は二次巻線を電氣的に保護できるので、絶縁性を向上できる。

本発明の好ましい実施形態における多層積層回路基板における積層トランスによれば、磁性パターンの膜厚と誘電パターンの膜厚とが等しいことにより、混成シートの膜厚がどこでも一定になるので、混成シートを挟持する一对の磁性シートを平坦にできる。したがって、磁性シート上に回路パターン等を精度よく形成できる。

## 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る多層積層回路基板の第一実施形態を示す分解斜

視図であり、図 2 は、積層後の図 1 における II-II 線縦断面図である。

図 3 は、本発明に係る多層積層回路基板の第二実施形態を示す部分断面図であり、図 4 は、図 1 の多層積層回路基板の製造方法を示す工程図である。

5 図 5 は、本発明に係る多層積層回路基板の第三実施形態を示す分解斜視図であり、図 6 は、積層後の図 5 における VII-VII 線縦断面図である。

図 7 は、本発明に係る多層積層回路基板の第四実施形態を示す分解斜視図であり、図 8 は、積層後の図 7 における VIII-VIII 線縦断面図である。  
10

図 9 は、本発明に係る多層積層回路基板の第五実施形態を示す分解斜視図であり、図 10 は、積層後の図 9 における X-X 線縦断面図である。

図 11 は、本発明に係る多層積層回路基板の第六実施形態を示す分解斜視図であり、図 12 は、積層後の図 11 における XII-XII 線縦断面図である。  
15

図 13 は、従来の積層トランスを示す分解斜視図であり、図 14 は、積層後の図 13 における XIV-XIV 線縦断面図である。

## 20 発明を実施するための最良の形態

図 1 は、本発明に係る多層積層回路基板の第一実施形態を示す分解斜視図である。図 2 は、積層後の図 1 における II-II 線縦断面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

本実施形態の多層積層回路基板 10A は、積層トランス 10 と、積層部品が形成された積層部品シート 30 と、回路パターンが形成された配線シート 50 とが、この順に積層されたものである。多層積層回路基板 10A では、積層トランス 10 を内蔵することにより、積層トランス 10 のパッケージが省略されるとともに、積層トランス 10 と他の部品との配線も最小限になっている。その理由は、多層積層回路基板 10A 全  
25

5 体をパッケージングするので、積層トランス 10 のパッケージが不要となるためである。及び、積層方向に配線できることから、配線の占有面積が減少するので、積層トランス 10 と他の部品との配線も最小限になるからである。また、積層トランス 10 は、後述する第三実施形態のよ

10 積層トランス 10 は積層体 15 a を備えたものである。積層体 15 a は、磁性シート 11 a と、磁性シート 11 a 上に積層されるとともに中央に貫通孔 12 a が形成された非磁性体からなる一次巻線用の誘電シート 13 a と、誘電シート 13 a 上の貫通孔 12 a の周囲に位置する一  
15 次巻線 14 a と、一次巻線 14 a 上に積層されるとともに誘電シート 13 a の周縁及び貫通孔 12 a で磁性シート 11 a に接する磁性シート 11 b と、磁性シート 11 b 上に積層されるとともに中央に貫通孔 12 b が形成された非磁性体からなる二次巻線形成用の誘電シート 13 b と、誘電シート 13 b 上の貫通孔 12 b の周囲に位置する二次巻線 14  
20 b と、二次巻線 14 b 上に積層されるとともに誘電シート 13 b の周縁及び貫通孔 12 b で磁性シート 11 b に接する磁性シート 11 c とからなる。

また、磁性シート 11 a, 11 b 及び誘電シート 13 a, 13 b には、一次巻線 14 a を接続するスルーホール 15, 16 及び二次巻線 14 b  
25 を接続するスルーホール 17, 18 が設けられている。配線シート 50 の上面には、一次巻線用の外部電極 19, 20 及び二次巻線用の外部電極 21, 22 が設けられている。スルーホール 15~18 内には導電体が充填されている。磁性シート 11 a~11 c は、積層トランス 10 のコアとなっている。

25 積層部品シート 30 は、二次巻線 14 b で高周波ノイズを遮断するためのローパスフィルタを例示したものである。つまり、積層部品シート 30 は、積層トランス 10 との電氣的及び磁氣的絶縁性を高めるための誘電シート 13 c と、磁性シート 11 d, 11 e 及びコイル巻線 31 からなる積層インダクタ 32 と、高誘電率の誘電シート 13 d 及び平行平

板電極 3 3 a, 3 3 b からなる積層コンデンサ 3 4 とを備えている。コイル巻線 3 1 に流れる電流は、磁性シート 1 1 d, 1 1 e に磁束 3 5 (図 2) を発生させる。平行平板電極 3 3 a, 3 3 b 間に印加される電圧は、平行平板電極 3 3 a, 3 3 b に電荷を蓄積させる。

- 5 配線シート 5 0 は、絶縁基板としての誘電シート 1 3 e の上面に、積層トランス 1 0 の外部電極 1 9 ~ 2 2、配線ライン 5 1、部品ランド 5 2、積層抵抗器 5 3 等が形成されたものである。部品ランド 5 2 には、チップ部品 5 4 (図 2) 等が実装される。

- 10 なお、図 1 及び図 2 は概略図であるので、厳密に言えば一次巻線 1 4 a、二次巻線 1 4 b 及びコイル巻線 3 1 の巻数や位置、並びに配線ライン 5 1、部品ランド 5 2、積層抵抗器 5 3 等の位置が、図 1 と図 2 とで対応していない。また、図 2 では、膜厚方向 (上下方向) を幅方向 (左右方向) よりも拡大して示している。

- 15 積層トランス 1 0 の一次側では、外部電極 1 9 → スルーホール 1 5 → 一次巻線 1 4 a → スルーホール 1 6 → 外部電極 2 0、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一方、積層トランス 1 0 の二次側では、外部電極 2 1 → スルーホール 1 7 → 二次巻線 1 4 b → スルーホール 1 8 → コイル巻線 3 1 → スルーホール 2 3 → 外部電極 2 2、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一次巻線 1 4 a を流れる電流は、磁性シート 1 1 a ~ 1 1 c に磁束 2 4 (図 2) を発生させる。その磁束 2 4 は、巻数比に応じた起電力を二次巻線 1 4 b に発生させる。このようにして、積層トランス 1 0 が動作する。なお、磁束 2 4 は、誘電シート 1 3 c が介在しているので、磁束 3 5 と干渉することがない。

- 25 また、誘電シート 1 3 a ~ 1 3 b は、一次巻線 1 4 a 及び二次巻線 1 4 b の絶縁性を高めている。主に、誘電シート 1 3 a は外部と一次巻線 1 4 a との間、誘電シート 1 3 b は一次巻線 1 4 a と二次巻線 1 4 b との間、それぞれの絶縁性を高めている。

積層トランス 1 0 では、誘電シート 1 3 a 上に一次巻線 1 4 a が配置され、誘電シート 1 3 b 上に二次巻線 1 4 b が配置されている。誘電シ

ート 13 a, 13 b は、巻線上に誘電体ペーストを塗布して直接形成された誘電体層に比べて、次の利点を有する。①. 固形のシート状であるので、すなわちペースト状ではないので、巻線の有無に関係なく膜厚が均一になる。そのため、巻線の有る部分でも、十分な膜厚を確保できる。

- 5 便宜上、図 2 では、一次巻線 14 a 及び二次巻線 14 b の下の誘電シート 13 a, 13 b を窪ませて示している。しかし、実際には、図 3 に示すように、誘電シート 13 a, 13 b の膜厚は巻線の有無に関係なく均一になる。②. ペースト状ではないので、一次巻線 14 a 及び二次巻線 14 b からの拡散物質は極めて少ない。そのため、一次巻線 14 a 同士  
10 及び二次巻線 14 b 同士の絶縁性を劣化させることがない。

なお、誘電シート 13 a 上に一次巻線 14 a 及び二次巻線 14 b の両方を形成することにより、磁性シート 11 c 及び誘電シート 13 b を省略することもできる。また、二次巻線 14 b と外部との間の絶縁性を高めるために、誘電シート 13 b と磁性シート 11 c との間に、誘電シート  
15 を介挿してもよい。

図 3 は、本発明に係る多層積層回路基板の第二実施形態を示す部分断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図 1 及び図 2 と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

本実施形態の多層積層回路基板における積層トランス 60 は、積層体  
20 15 a の上に更に積層体 15 b, ... が積層されている。磁性シート 11 c は、積層体 15 a, 15 b の両方で兼用されている。積層体 15 b は、積層体 15 a と同じように、磁性シート 11 c, 11 f, 11 g、誘電シート 13 f, 13 g、一次巻線 14 c 及び二次巻線 14 d を備えている。また、図示しないが、一次巻線 14 a, 14 c, ... 同士及び二次巻線  
25 14 b, 14 d, ... 同士をそれぞれ接続するスルーホールが、磁性シート 11 a, ... 及び誘電シート 13 a, ... に設けられている。

誘電シート 13 a, ... は、一次巻線 14 a, 14 c 及び二次巻線 14 b, 14 d の絶縁性を高めている。主に、誘電シート 13 a は外部と一次巻線 14 a との間、誘電シート 13 b は一次巻線 14 a と二次巻線 1

4 b との間、誘電シート 1 3 f は二次巻線 1 4 b と一次巻線 1 4 c との間、誘電シート 1 3 g は一次巻線 1 4 c と二次巻線 1 4 d との間、それぞれの絶縁性を高めている。本実施形態における積層トランス 6 0 も、第一実施形態における積層トランス 1 0 と同様の作用及び効果を奏する。

ここで、各構成要素の実際の寸法を例示する。磁性シート 1 1 a, ... は、膜厚が 8 0  $\mu$  m、幅が 8 m m、奥行きが 6 m m である。誘電シート 1 3 a, ... は、膜厚が 4 0  $\mu$  m、幅が 7 m m、奥行きが 5 m m である。一次巻線 1 4 a, ... 及び二次巻線 1 4 b, ... は、膜厚が 1 2  $\mu$  m、線幅が 2 0 0  $\mu$  m、線間が 1 5 0  $\mu$  m である。積層トランス 1 0, 6 0 を構成するシートの積層枚数は、1 0 ~ 5 0 枚程度が実用的である。

図 4 は、図 1 の多層積層回路基板の製造方法を示す工程図である。以下、図 1 及び図 4 に基づき説明する。

まず、磁性体スラリーを作成する（工程 6 1）。磁性材料は例えば N i - C u - Z n 系である。続いて、ドクターブレード法を用いて P E T (polyethylene terephthalate) フィルム上に磁性体スラリーを載置することにより、磁性体シートを成形する（工程 6 2）。続いて、この磁性体シートを切断することにより、磁性シート 1 1 a ~ 1 1 e を得る（工程 6 3）。同様に、低誘電率及び高誘電率の非磁性体スラリーを別々に作成する（工程 6 4）。続いて、ドクターブレード法を用いて P E T フィルム上に非磁性体スラリーを載置することにより、非磁性体シートを成形する（工程 6 5）。続いて、この非磁性体シートを切断することにより、誘電シート 1 3 c ~ 1 3 e を得る（工程 6 6）。誘電シート 1 3 c, 1 3 e は低誘電率とし、誘電シート 1 3 d は高誘電率とする。

別途、低誘電率の非磁性体ペースト（ガラスペースト）を作成する（工程 6 7）。続いて、スクリーン印刷法を用いて非磁性体ペーストを P E T フィルム上に載置することにより、誘電シート 1 3 a, 1 3 b を作成する（工程 6 8）。続いて、誘電シート 1 3 a ~ 1 3 e 及び磁性シート 1 1 a ~ 1 1 e に対し、プレス等によりスルーホール 1 5, ... を形成す

る（工程 69）。続いて、誘電シート 13e にのみ抵抗体ペーストをスクリーン印刷することにより、積層抵抗器 53 を形成する（工程 70）。  
続いて、Ag 系導電ペーストをスクリーン印刷することにより、一次巻線 14a 及び二次巻線 14b、コイル巻線 31、配線ライン 51、部品  
5 ランド 52 等を形成するとともに、スルーホール 15、…に導電体を充填する（工程 71）。

続いて、工程 71 で得られた磁性シート 11a～11e 及び誘電シート 13a～13e を PET フィルムから剥がして積層し、これらを静水圧プレスを用いて密着させて多層積層回路基板 10A とする（工程 7  
10 2）。続いて、この多層積層回路基板 10A を所定の大きさに切断する（工程 73）。最後に、900℃前後で同時焼成を行う（工程 74）。

なお、後述する各実施形態における多層積層回路基板の製造方法も、本実施形態に準ずる。したがって、後述する実施形態では、製造方法の説明を省略する。

15 図 5 は、本発明に係る多層積層回路基板の第三実施形態を示す分解斜視図である。図 6 は、積層後の図 5 における VI-VI 線縦断面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

本実施形態の多層積層回路基板 100 は、回路パターンが形成された配線シート 101 上に、積層トランス 110 が積層されたものである。  
20 多層積層回路基板 100 では、積層トランス 110 を内蔵することにより、積層トランス 110 のパッケージが省略されるとともに、積層トランス 110 と他の部品との配線も最小限になっている。なお、配線シート 101 は、前述した第一実施形態のように、積層トランス 110 の上に積層してもよい。

25 配線シート 101 は、多数の誘電シート 102a, 102b, 102c, …が積層されたものである。最上層の誘電シート 102a の上面には、積層トランス 110 の外部電極 122～125、配線ライン 103、部品ランド 104、積層抵抗器 105 等が形成されている。部品ランド 104 には、チップ部品 106（図 6）等が実装される。内部の誘電シ



ート102b, 102c, … (図6) には、配線ライン107、スルーホール108、積層抵抗器109等が形成されている。なお、配線シート101には、図示しない積層コンデンサや積層インダクタが形成されている。

- 5 積層トランス110は、中央に貫通孔111aが形成され貫通孔111aの周囲に一次巻線112が形成された非磁性体からなる一次巻線用の誘電シート113と、誘電シート113に積層されるとともに中央に貫通孔111bが形成され貫通孔111bの周囲に二次巻線114が形成された非磁性体からなる二次巻線用の誘電シート115と、誘電シート113, 115を挟持するとともに誘電シート113, 115の周縁及び貫通孔111a, 111bで互いに接する磁性シート116, 117とを備えている。

- 15 また、誘電シート113, 114及び磁性シート116には、一次巻線112を接続するスルーホール118, 119、及び二次巻線114を接続するスルーホール120, 121が設けられている。磁性シート116の下面には、一次巻線用の外部電極122, 123及び二次巻線用の外部電極124, 125が設けられている。スルーホール118～121内には導電体が充填されている。磁性シート116, 117が積層トランス110のコアとなっている。

- 20 なお、図5及び図6は概略図であるので、厳密に言えば一次巻線112及び二次巻線114の巻数及び位置、並びにスルーホール118～121、配線ライン103、部品ランド104、積層抵抗器105等の位置が、図5と図6とで対応していない。また、図6では、膜厚方向（上下方向）を幅方向（左右方向）よりも拡大して示している。

- 25 積層トランス110の一次側では、外部電極122→スルーホール118→一次巻線112→スルーホール119→外部電極123、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一方、積層トランス110の二次側では、外部電極124→スルーホール120→二次巻線114→スルーホール121→外部電極125、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一次

巻線 1 1 2 を流れる電流は、磁性シート 1 1 6, 1 1 7 に磁束 1 2 6 (図 6) を発生させる。その磁束 1 2 6 は、巻数比に応じた起電力を二次巻線 1 1 4 に発生させる。このようにして、積層トランス 1 1 0 が動作する。

- 5 積層トランス 1 1 0 では、一次巻線 1 1 2 と二次巻線 1 1 4 との間が非磁性体層 (誘電シート 1 1 5) であることにより、洩れ磁束を抑制できる。しかも、従来の積層トランスと異なり、一次巻線 1 1 2 及び二次巻線 1 1 4 上に誘電体ペーストを塗布して誘電体層を形成する必要がないので、一次巻線 1 1 2 同士及び二次巻線 1 1 4 同士の絶縁性が劣化
- 10 することもなく、一次巻線 1 1 2 と二次巻線 1 1 4 との間隔も広がらない。したがって、巻線相互の絶縁性を維持したまま電磁結合係数  $k$  を増大できる。これに加え、誘電シート 1 1 5 が介在することによって、一次巻線 1 1 2 と二次巻線 1 1 4 との絶縁性も高まる。

- 本実施形態における積層トランス 1 1 0 は、誘電シート 1 1 3, 1 1 4 の積層枚数が少ない場合に好適である。なぜなら、誘電シート 1 1 3, 1 1 4 の積層枚数が少ないと、磁性シート 1 1 6, 1 1 7 の屈曲部での曲率が小さくなるので、製造が容易であるとともに、中央及び周縁での磁性体層の厚みも十分に得られるからである。
- 15

- なお、誘電シート 1 1 5 の両面に一次巻線 1 1 2 及び二次巻線 1 1 4 をそれぞれ形成することにより、誘電シート 1 1 3 を省略することもできる。二次巻線 1 1 4 は、誘電シート 1 1 5 上ではなく、磁性シート 1 1 7 上に形成してもよい。二次巻線 1 1 4 と磁性シート 1 1 7 との間に、二次巻線 1 1 2 の絶縁性を高める誘電シートを介挿してもよい。誘電シートを複数枚積層した場合には、ところどころに磁性シートを介挿してもよい。また、各構成要素の寸法は、後述する第四実施形態に準ずる。
- 20
- 25

図 7 は、本発明に係る多層積層回路基板の第四実施形態を示す分解斜視図である。図 8 は、積層後の図 7 における VIII-VIII 線縦断面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

本実施形態の多層積層回路基板は、積層トランス 1 3 0 を除き、第一

及び第三実施形態と同じである。したがって、積層トランス 130 についてのみ説明する。

積層トランス 130 は、中央に貫通孔 131 a が形成され貫通孔 131 a の周囲に一次巻線 132 a が形成された非磁性体からなる一次巻線用の誘電シート 133 と、中央に貫通孔 131 b が形成され貫通孔 131 b の周囲に一次巻線 132 b が形成された非磁性体からなる一次巻線用の誘電シート 134 と、誘電シート 133 に積層されるとともに中央に貫通孔 135 a が形成され貫通孔 135 a の周囲に二次巻線 136 a が形成された非磁性体からなる二次巻線用の誘電シート 137 と、誘電シート 134 に積層されるとともに中央に貫通孔 135 b が形成され貫通孔 135 b の周囲に二次巻線 136 b が形成された非磁性体からなる二次巻線用の誘電シート 138 と、誘電シート 133, 134, 137, 138 の周縁に収まる磁性枠 139 a, 139 b と、貫通孔 131 a, 131 b, 135 a, 135 b に収まる磁心 140 a, 140 b と、誘電シート 133, 134, 137, 138 を挟持するとともに磁性枠 139 a, 139 b 及び磁心 140 a, 140 b を介して互いに接する磁性シート 141, 142 とを備えている。

また、磁性枠 139 a と磁心 140 a とは、四本の支持部 143 a を介して接続され、磁性シート 144 を構成している。磁性枠 139 b と磁心 140 b とは、四本の支持部 143 b を介して接続され、磁性シート 145 を構成している。誘電シート 137 と磁性シート 144 との間には、誘電シート 137 と同じ大きさで中央に貫通孔 146 a が形成された二次巻線保護用の誘電シート 147 が介挿されている。誘電シート 138 と磁性シート 145 との間には、誘電シート 138 と同じ大きさで中央に貫通孔 146 b が形成された二次巻線保護用の誘電シート 148 が介挿されている。ここでいう「巻線保護」とは、巻線の絶縁性を高めるという意味である。

誘電シート 133, 134, 137, 147 及び磁性シート 141 には、一次巻線 132 a, 132 b を接続するスルーホール 149, 15

0, 151が設けられている。誘電シート133, 134, 137, 138, 147及び磁性シート141には、二次巻線136a, 136bを接続するスルーホール152, 153, 154が設けられている。磁性シート141の下面には、一次巻線用の外部電極155, 156及び  
5 二次巻線用の外部電極157, 158が設けられている。スルーホール149～154内には導電体が充填されている。磁性シート141, 142, 144, 145が積層トランス130のコアとなっている。

なお、図7及び図8は概略図であるので、厳密に言えば一次巻線132a, 132b及び二次巻線136a, 136bの巻数やスルーホール  
10 149～154の位置が、図7と図8とで対応していない。また、図7では、膜厚方向（上下方向）を幅方向（左右方向）よりも拡大して示している。

各構成要素の実際の寸法を例示する。磁性シート141, 142, 144, 145は、膜厚が100 $\mu$ m、幅が8mm、奥行きが6mmである。  
15 誘電シート133, 134, 137, 138, 147, 148は、膜厚が33 $\mu$ m、幅が7mm、奥行きが5mmである。一次巻線132a, 132b及び二次巻線136a, 136bは、膜厚が15 $\mu$ m、線幅が200 $\mu$ mである。積層トランス110, 130を構成するシートの積層枚数は、10～50枚程度が実用的である。

20 積層トランス130の一次側では、外部電極156→スルーホール151→一次巻線132a→スルーホール150→一次巻線132b→スルーホール149→外部電極155、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一方、積層トランス130の二次側では、外部電極157→スルーホール154→二次巻線136a→スルーホール153→二次巻線  
25 136b→スルーホール152→外部電極158、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一次巻線132a, 132bを流れる電流は、磁性シート141, 142, 144, 145に磁束159（図8）を発生させる。その磁束159は、巻数比に応じた起電力を二次巻線136a, 136bに発生させる。このようにして、積層トランス130が動作する。

積層トランス 130 では、一次巻線 132 a, 132 b と二次巻線 136 a, 136 b との間が非磁性体層（誘電シート 134, 137, 138, 147）であることにより、洩れ磁束を抑制できる。しかも、従来の積層トランスと異なり、一次巻線 132 a, 132 b 及び二次巻線 136 a, 136 b 上に誘電体ペーストを塗布して誘電体層を形成する必要がないので、一次巻線 132 a 同士、一次巻線 132 b 同士、二次巻線 136 a 同士、及び二次巻線 136 b の絶縁性が劣化することもなく、一次巻線 132 a, 132 b と二次巻線 136 a, 136 b との間隔も広がらない。したがって、巻線相互の絶縁性を維持したまま電磁結合係数 k を増大できる。これに加え、誘電シート 137, 138 が介在することによって、一次巻線 132 a, 132 b と二次巻線 136 a, 136 b との絶縁性も高まる。

本実施形態の積層トランス 130 は、誘電シート 133, …の積層枚数が多い場合に好適である。なぜなら、誘電シート 133, …の積層枚数が多くても、誘電シート 133, …の周縁に磁性枠 139 a, 139 b が収まるとともに、貫通孔 131 a, …に磁心 140 a, 140 b が収まることにより、磁性シート 141, 142 がほとんど屈曲しないので、製造が容易であるとともに、中央及び周縁での磁性体層の厚みも十分に得られるからである。

なお、磁性枠 139 a と磁心 140 a とは、支持部 143 a で連結せずに、分離してもよい。磁性枠 139 b 及び磁心 140 b についても同様である。誘電シート 147, 148 は省略してもよい。磁性シート 144, 145 はどちらか一方のみとしてもよい。

図 9 は、本発明に係る多層積層回路基板の第五実施形態を示す分解斜視図である。図 10 は、積層後の図 1 における X-X 線縦断面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

本実施形態の多層積層回路基板は、積層トランス 210 を除き、第一及び第三実施形態と同じである。したがって、積層トランス 210 についてのみ説明する。

積層トランス 210 は、中央及び周縁にそれぞれ形成された中央磁性パターン 211a 及び周縁磁性パターン 212a と中央及び周縁以外の部分に形成された非磁性体の誘電パターン 213a とからなる混成シート 214a と、中央及び周縁にそれぞれ形成された中央磁性パターン 211b 及び周縁磁性パターン 212b と中央及び周縁以外の部分に形成された非磁性体の誘電パターン 213b とからなる混成シート 214b と、誘電パターン 213a の一方の面上かつ中央の周囲に位置する一次巻線 215a と、誘電パターン 213b の一方の面上かつ中央の周囲に位置する二次巻線 215b と、混成シート 214a、214b、一次巻線 215a 及び二次巻線 215b を挟持するとともに中央磁性パターン 211a、211b 及び周縁磁性パターン 212a、212b を介して互いに接する一対の磁性シート 216a、216b とを備えたものである。すなわち、一次巻線 215a は誘電パターン 213b の他方の面上に位置し、二次巻線 215b は誘電パターン 213b の一方の面上に位置する、と言い換えることができる。

また、混成シート 214a、214b 及び磁性シート 216a には、一次巻線 215a を接続するスルーホール 218、219、及び二次巻線 215b を接続するスルーホール 220、221 が設けられている。磁性シート 216a の下面には、一次巻線用の外部電極 222、223 及び二次巻線用の外部電極 224、225 が設けられている。スルーホール 218～221 内には導電体が充填されている。中央磁性パターン 211a、211b、周縁磁性パターン 212a、212b 及び磁性シート 216、217 が、積層トランス 210 のコアとなっている。

なお、図 9 及び図 10 は概略図であるので、厳密に言えば一次巻線 215a 及び二次巻線 215b の巻数やスルーホール 218～221 の位置が、図 9 と図 10 とで対応していない。また、図 10 では、膜厚方向（上下方向）を幅方向（左右方向）よりも拡大して示している。

積層トランス 210 の一次側では、外部電極 222→スルーホール 218→一次巻線 215a→スルーホール 219→外部電極 223、の順

又はこの逆の順で電流が流れる。一方、積層トランス 210 の二次側では、外部電極 224 → スルーホール 220 → 二次巻線 215b → スルーホール 221 → 外部電極 225、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一次巻線 215a を流れる電流は、磁性シート 216a, 216b に磁束 226 (図 10) を発生させる。その磁束 226 は、巻数比に応じた起電力を二次巻線 215b に発生させる。このようにして、積層トランス 210 が動作する。

積層トランス 210 では、一次巻線 215a と二次巻線 215b との間が非磁性体層 (誘電パターン 213b) であることにより、洩れ磁束を抑制できる。しかも、従来の積層トランスと異なり、一次巻線 215a 及び二次巻線 215b 上に誘電体ペーストを塗布して誘電体層を形成する必要がないので、一次巻線 215a 同士及び二次巻線 215b 同士の絶縁性が劣化することもなく、一次巻線 215a と二次巻線 215b との間隔も広がらない。したがって、巻線相互の絶縁性を維持したまま電磁結合係数 k を増大できる。これに加え、誘電パターン 213b が介在することによって、一次巻線 215a と二次巻線 215b との絶縁性も高まる。

また、混成シート 214a は、中央磁性パターン 211a 及び周縁磁性パターン 212a の膜厚と、誘電パターン 213b の膜厚とが等しくなっている。混成シート 214b も同様である。そのため、混成シート 214a, 214b の膜厚がどこでも一定になるので、混成シート 214a, 214b を挟持する一対の磁性シート 216a, 216b も平坦になる。混成シート 214a は、一枚の PET フィルム上に中央磁性パターン 211a と周縁磁性パターン 212a とをスクリーン印刷で形成し、これを PET フィルムから剥がしたものである。

なお、混成シート 214b の両面に一次巻線 215a 及び二次巻線 215b をそれぞれ形成することにより、混成シート 214a を省略することもできる。二次巻線 215b は、混成シート 214b 上ではなく、磁性シート 216b 上に形成してもよい。二次巻線 215b と磁性シー

ト 2 1 6 b との間に、二次巻線 2 1 5 b の絶縁性を高める混成シートを介挿してもよい。また、各構成要素の寸法は、後述する六実施形態に準ずる。

5 図 1 1 は、本発明に係る多層積層回路基板の第六実施形態を示す分解斜視図である。図 1 2 は、積層後の図 1 1 における XII-XII 線縦断面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

本実施形態の多層積層回路基板は、積層トランス 2 3 0 を除き、第一及び第三実施形態と同じである。したがって、積層トランス 2 3 0 についてのみ説明する。

10 積層トランス 2 3 0 は、中央及び周縁にそれぞれ形成された中央磁性パターン 2 3 1 a 及び周縁磁性パターン 2 3 2 a と中央及び周縁以外の部分に形成された非磁性体の誘電パターン 2 3 3 a とからなる一次巻線形成用の混成シート 2 3 4 a と、中央及び周縁にそれぞれ形成された中央磁性パターン 2 3 1 b 及び周縁磁性パターン 2 3 2 b と中央及び周縁以外の部分に形成された非磁性体の誘電パターン 2 3 3 b とからなる二次巻線形成用の混成シート 2 3 4 b と、中央及び周縁にそれぞれ形成された中央磁性パターン 2 3 1 c 及び周縁磁性パターン 2 3 2 c と中央及び周縁以外の部分に形成された非磁性体の誘電パターン 2 3 3 c とからなる一次巻線形成用の混成シート 2 3 4 c と、中央及び周縁にそれぞれ形成された中央磁性パターン 2 3 1 d 及び周縁磁性パターン 2 3 2 d と中央及び周縁以外の部分に形成された非磁性体の誘電パターン 2 3 3 d とからなる二次巻線形成用の混成シート 2 3 4 d と、中央及び周縁にそれぞれ形成された中央磁性パターン 2 3 1 e 及び周縁磁性パターン 2 3 2 e と中央及び周縁以外の中央に形成された非磁性体の誘電パターン 2 3 3 e とからなる二次巻線保護用の混成シート 2 3 4 e と、誘電パターン 2 3 3 a の一方の面上かつ中央の周囲に位置する一次巻線 2 3 5 a と、誘電パターン 2 3 3 b の一方の面上かつ中央の周囲に位置する二次巻線 2 3 5 b と、誘電パターン 2 3 3 c の一方の面上かつ中央の周囲に位置する一次巻線 2 3 5 c と、誘電パターン 2 3



3 d の一方の面上かつ中央の周囲に位置する二次巻線 2 3 5 d と、混成シート 2 3 4 a ~ 2 3 4 e、一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c 及び二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d を挟持するとともに中央磁性パターン 2 3 1 a ~ 2 3 1 e 及び周縁磁性パターン 2 3 2 a ~ 2 3 2 e を介して互いに接する一対の磁性シート 2 3 6 a, 2 3 6 b とを備えたものである。

すなわち、一次巻線 2 3 5 a は誘電パターン 2 3 3 b の他方の面上に位置し、二次巻線 2 3 5 b は誘電パターン 2 3 3 b の一方の面上に位置し、二次巻線 2 3 5 c は誘電パターン 2 3 3 c の他方の面上に位置し、一次巻線 2 3 5 c は誘電パターン 2 3 3 c の一方の面上に位置し、一次巻線 2 3 5 c は誘電パターン 2 3 3 d の他方の面上に位置し、二次巻線 2 3 5 d は誘電パターン 2 3 3 d の一方の面上に位置する、と言い換えることができる。

混成シート 2 3 4 a ~ 2 3 4 c 及び磁性シート 2 3 6 a には、一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c を接続するスルーホール 2 4 0, 2 4 1, 2 4 2 が設けられている。混成シート 2 3 4 a ~ 2 3 4 d 及び磁性シート 2 3 6 a には、二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d を接続するスルーホール 2 4 3, 2 4 4, 2 4 5 が設けられている。磁性シート 2 3 6 a の下面には、一次巻線用の外部電極 2 4 6, 2 4 7 及び二次巻線用の外部電極 2 4 8, 2 4 9 が設けられている。スルーホール 2 4 0 ~ 2 4 5 内には導電体が充填されている。中央磁性パターン 2 3 1 a ~ 2 3 1 e、周縁磁性パターン 2 3 2 a ~ 2 3 2 e 及び磁性シート 2 3 6 a, 2 3 6 b が、積層トランス 2 3 0 のコアとなっている。

なお、図 1 1 及び図 1 2 は概略図であるので、厳密に言えば一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c 及び二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d の巻数やスルーホール 2 4 0 ~ 2 4 5 の位置が、図 1 1 と図 1 2 とで対応していない。また、図 1 2 では、膜厚方向（上下方向）を幅方向（左右方向）よりも拡大して示している。

各構成要素の実際の寸法を例示する。磁性シート 2 3 6 a, 2 3 6 b は、膜厚が 1 0 0  $\mu$  m、幅が 8 mm、奥行きが 6 mm である。混成シー

ト 2 3 4 a ~ 2 3 4 e は、膜厚が 5 0  $\mu$  m、幅が 8 m m、奥行きが 6 m m である。一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c 及び二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d は、膜厚が 1 5  $\mu$  m、線幅が 2 0 0  $\mu$  m である。積層トランス 2 1 0, 2 3 0 を構成するシートの積層枚数は、1 0 ~ 5 0 枚程度が実用的である。

積層トランス 2 3 0 の一次側では、外部電極 2 4 6 → スルーホール 2 4 2 → 一次巻線 2 3 5 c → スルーホール 2 4 1 → 一次巻線 2 3 5 a → スルーホール 2 4 0 → 外部電極 2 4 7、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一方、積層トランス 2 3 0 の二次側では、外部電極 2 4 9 → スルーホール 2 4 5 → 二次巻線 2 3 5 d → スルーホール 2 4 4 → 二次巻線 2 3 5 b → スルーホール 2 4 3 → 外部電極 2 4 8、の順又はこの逆の順で電流が流れる。一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c を流れる電流は、中央磁性パターン 2 3 1 a ~ 2 3 1 e、周縁磁性パターン 2 3 2 a ~ 2 3 2 e 及び磁性シート 2 3 6 a, 2 3 6 b に磁束 2 5 0 (図 1 2) を発生させる。その磁束 2 5 0 は、巻数比に応じた起電力を二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d に発生させる。このようにして、積層トランス 2 3 0 が動作する。

積層トランス 2 3 0 では、一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c と二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d との間が非磁性体層 (誘電パターン 2 3 3 b ~ 2 3 3 d) であることにより、洩れ磁束を抑制できる。しかも、従来の積層トランスと異なり、一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c と二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d 上に誘電体ペーストを塗布して誘電体層を形成する必要がないので、一次巻線 2 3 5 a 同士、一次巻線 2 3 5 c 同士、二次巻線 2 3 5 b 同士及び二次巻線 2 3 5 d 同士の絶縁性が劣化することもなく、一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c と二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d との間隔も広がらない。したがって、巻線相互の絶縁性を維持したまま電磁結合係数 k を増大できる。これに加え、誘電パターン 2 3 4 b ~ 2 3 4 d が介在することによって、一次巻線 2 3 5 a, 2 3 5 c と二次巻線 2 3 5 b, 2 3 5 d との絶縁性も高まる。

また、混成シート 2 3 4 a は、中央磁性パターン 2 3 1 a 及び周縁磁

性パターン 2 3 2 a の膜厚と、誘電パターン 2 3 3 a の膜厚とが等しくなっている。混成シート 2 3 4 b ~ 2 3 4 e も同様である。そのため、混成シート 2 3 4 a ~ 2 3 4 e の膜厚がどこでも一定になるので、混成シート 2 3 4 a ~ 2 3 4 e を挟持する一対の磁性シート 2 3 6 a , 2 3 6 b も平坦になる。

なお、本発明は、言うまでもなく、上記第一乃至第六実施形態に限定されるものではない。例えば、各シートの枚数、一次巻線及び二次巻線の本数は幾つでもよい。一次巻線及び二次巻線の形状は、螺旋状に限らず、L 字状のものを多数重ねたものとしてもよい。

10

#### 産業上の利用可能性

本発明の多層積層回路基板によれば、積層トランスの軽く小さく薄いという利点を十分に生かすことにより、電子機器の更なる小型化を実現することができる。

15

## 請求の範囲

1. 磁性シートと一次巻線及び二次巻線と非磁性体からなる誘電シートとを積層してなる積層トランスを内蔵するとともに、回路パターンが形成された配線シートを備えた多層積層回路基板。  
5
2. 前記配線シートは前記積層トランスの上又は下に積層された、請求項 1 記載の多層積層回路基板。
- 10 3. 前記配線シートの一部に前記積層トランスが設けられた、請求項 1 又は 2 記載の多層積層回路基板。
4. 積層部品が形成された積層部品シートを更に備えた、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の多層積層回路基板。  
15
5. 厚膜及びチップ受動素子並びにチップ能動素子が表面に実装された、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の多層積層回路基板。
- 20 6. 前記積層トランスは、第一の磁性シートと、この第一の磁性シート上に積層されるとともに中央に貫通孔が形成された非磁性体からなる第一の誘電シートと、この第一の誘電シート上の前記貫通孔の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか一方又は両方からなる第一の巻線と、この第一の巻線上に積層されるとともに前記第一の誘電シートの周縁及び前記貫通孔で前記第一の磁性シートに接する第二の磁性シートと、この第二の磁性シート上に積層されるとともに中央に貫通孔が形成された非磁性体からなる第二の誘電シートと、この第二の誘電シート上の前記貫通孔の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか他方又は両方からなる第二の巻線と、この第二の巻  
25

線上に積層されるとともに前記第二の誘電シートの周縁及び前記貫通孔で前記第二の磁性シートに接する第三の磁性シートとを含んでなる積層体を備えた、

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の多層積層回路基板。

5

7. 前記積層トランスは、前記積層体が更に複数積層され、上端を除く前記第三の磁性シートがその上の積層体で前記第一の磁性シートとして兼用された、

請求項 6 記載の多層積層回路基板。

10

8. 前記積層トランスは、中央に貫通孔が形成された非磁性体からなる誘電シートと、この誘電シート的一方の面上かつ前記貫通孔の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか一方又は両方からなる第一の巻線と、前記誘電シートの他方の面上かつ前記貫通孔の周囲  
15 に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか他方又は両方からなる第二の巻線と、前記誘電シート、前記第一の巻線及び前記第二の巻線を挟持するとともに当該誘電シートの周縁及び前記貫通孔で互いに接する一対の磁性シートとを備えた、

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の多層積層回路基板。

20

9. 前記積層トランスは、前記誘電シートの周縁に収められた磁性枠と、前記貫通孔に収められた磁心とを更に備え、前記一対の磁性シートが前記誘電シートを挟持するとともに前記磁性枠及び前記磁心を介して互いに接する、

25 請求項 8 記載の多層積層回路基板。

10. 前記磁性枠及び前記磁心が支持部を介して互いに連結された磁性シートからなる、

請求項 9 記載の多層積層回路基板。

- 1 1. 前記積層トランスは、中央及び周縁を磁性パターンとし前記中央及び周縁以外の部分を非磁性体からなる誘電パターンとした混成シートと、前記誘電パターンの一方の面上かつ前記中央の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか一方又は両方からなる第一の巻線と、前記誘電パターンの他方の面上かつ前記中央の周囲に位置するとともに一次巻線及び二次巻線のどちらか他方又は両方からなる第二の巻線と、前記混成シート、前記第一の巻線及び前記第二の巻線を挟持するとともに前記磁性パターンを介して互いに接する一対の磁性シートとを備えた、

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の多層積層回路基板。

- 1 2. 前記積層トランスは、中央及び周縁を磁性パターンとし前記中央及び周縁以外の部分を非磁性体からなる誘電パターンとした混成シートが、前記第一の巻線又は前記第二の巻線と前記磁性シートとの間に介挿された、

請求項 1 1 記載の多層積層回路基板。

- 1 3. 前記混成シートは、前記磁性パターンの膜厚と前記誘電パターンの膜厚とが等しい、

請求項 1 1 又は 1 2 記載の多層積層回路基板。

図1

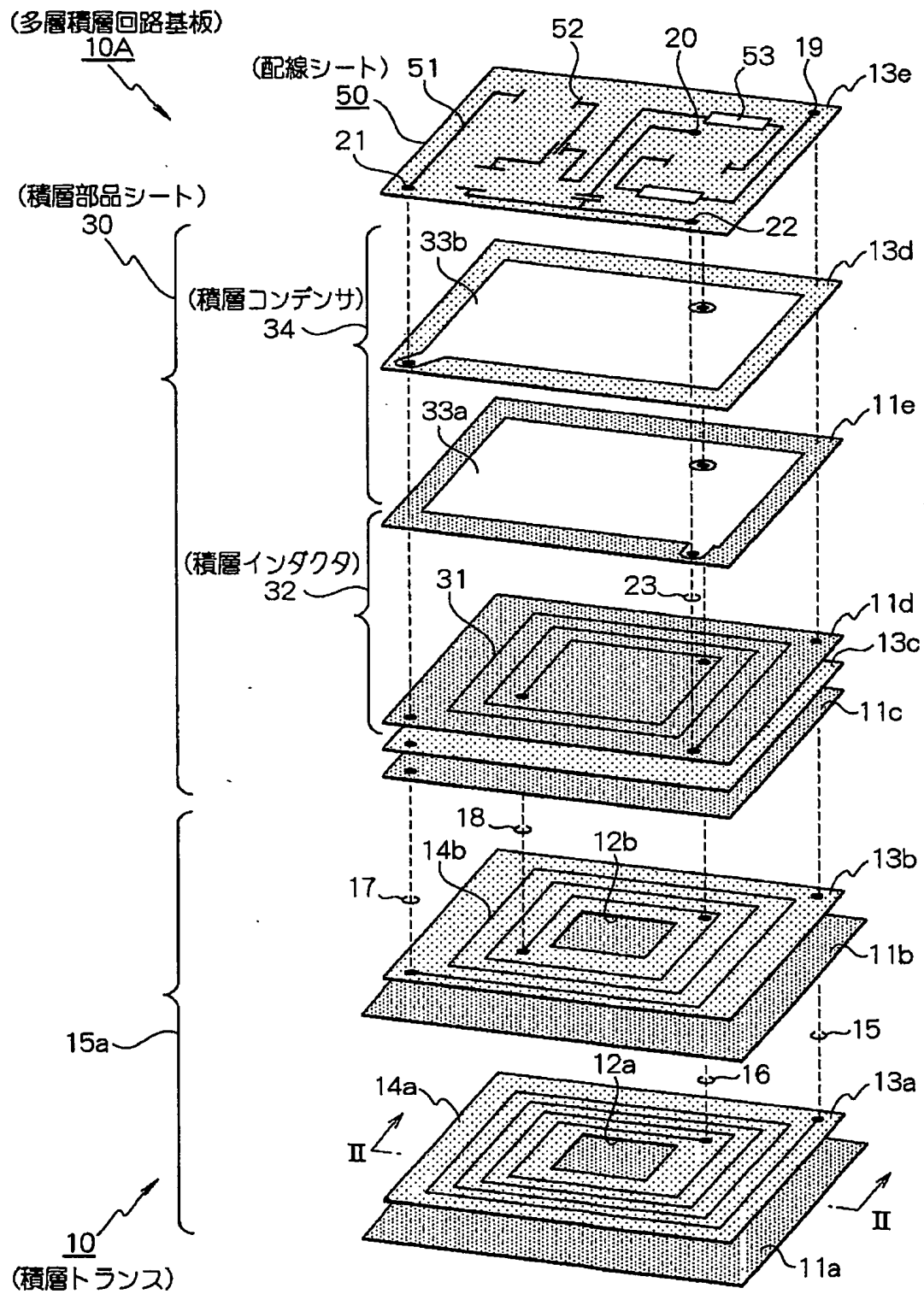


図2

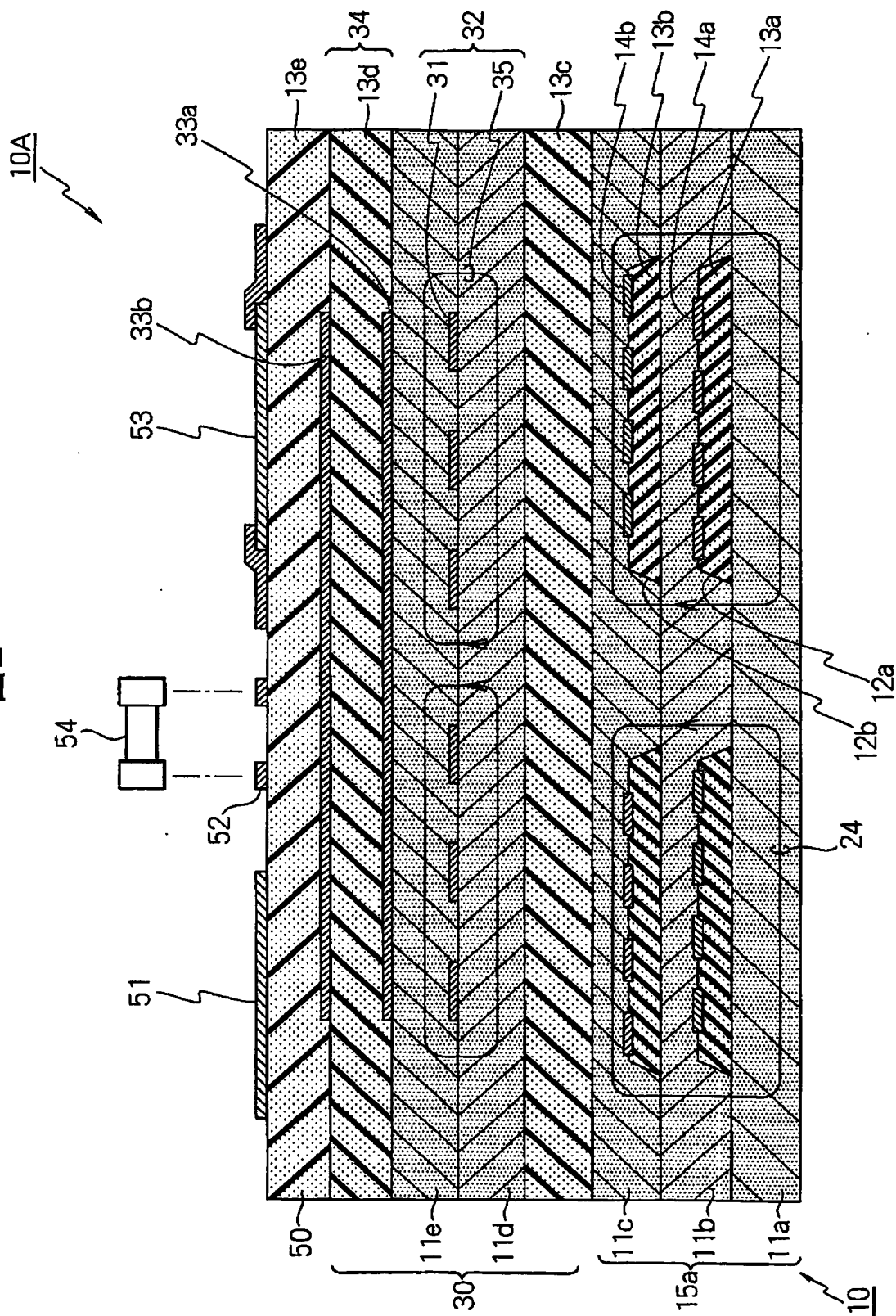




図3

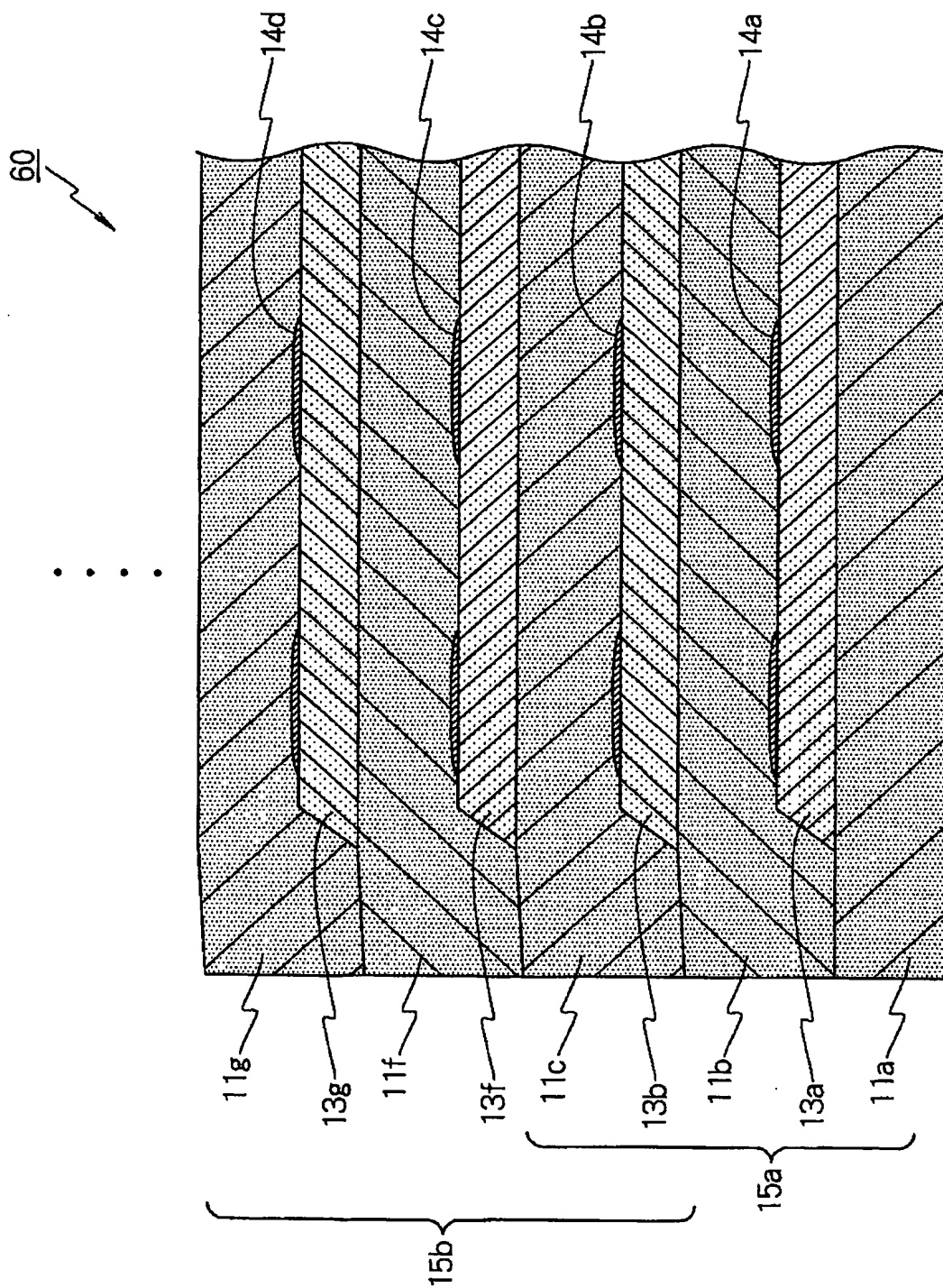


図4

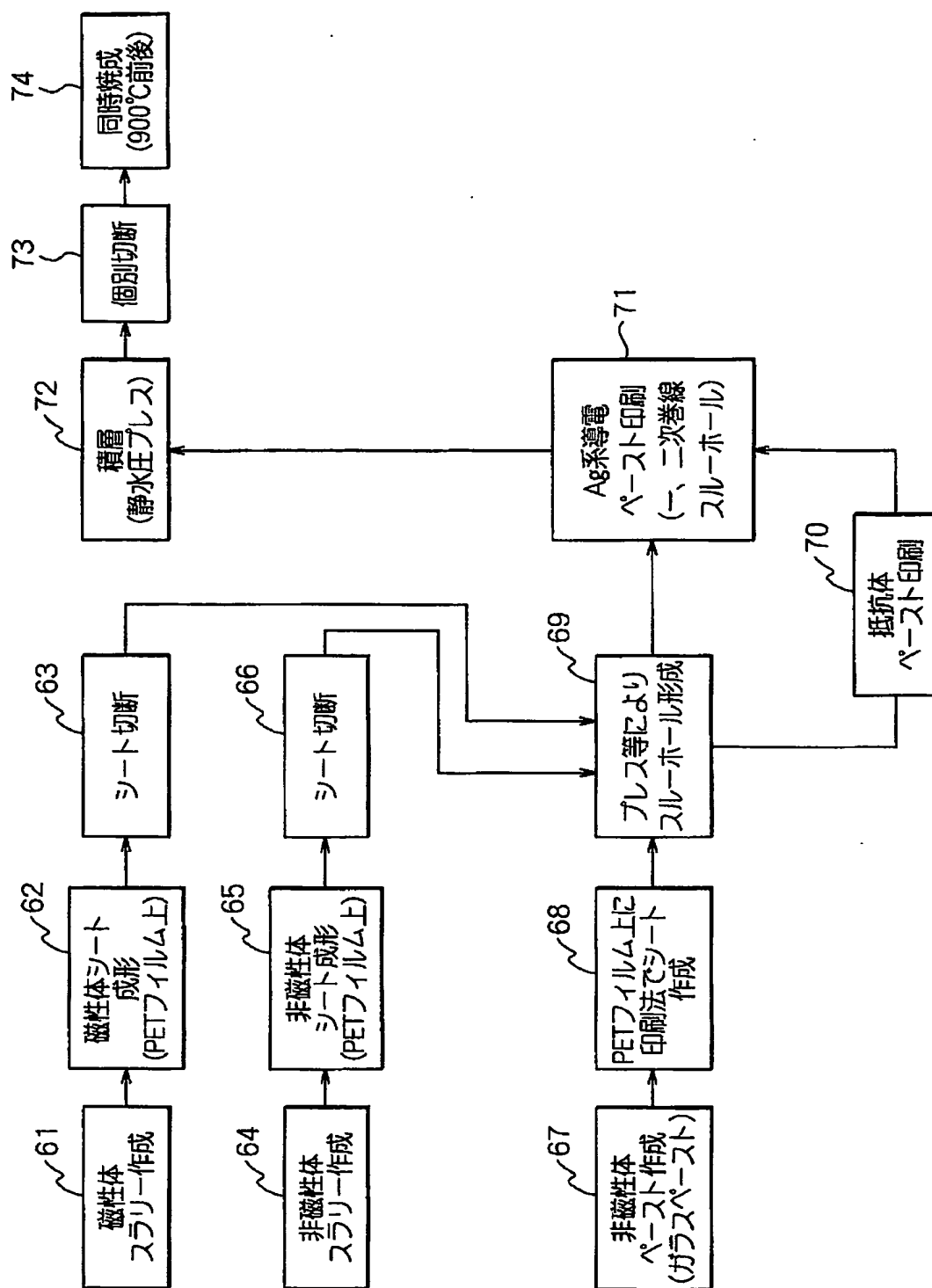


図5

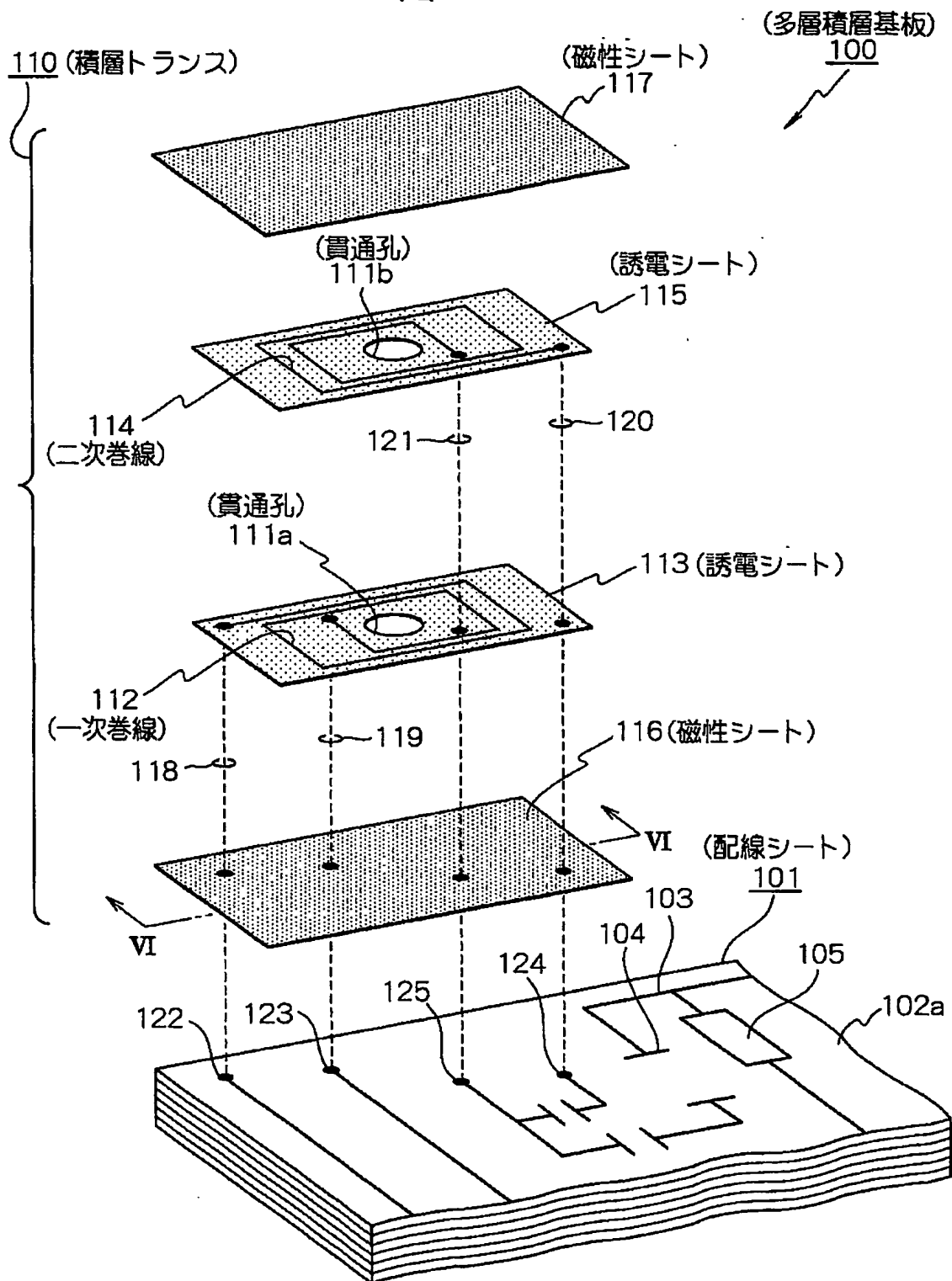


図6

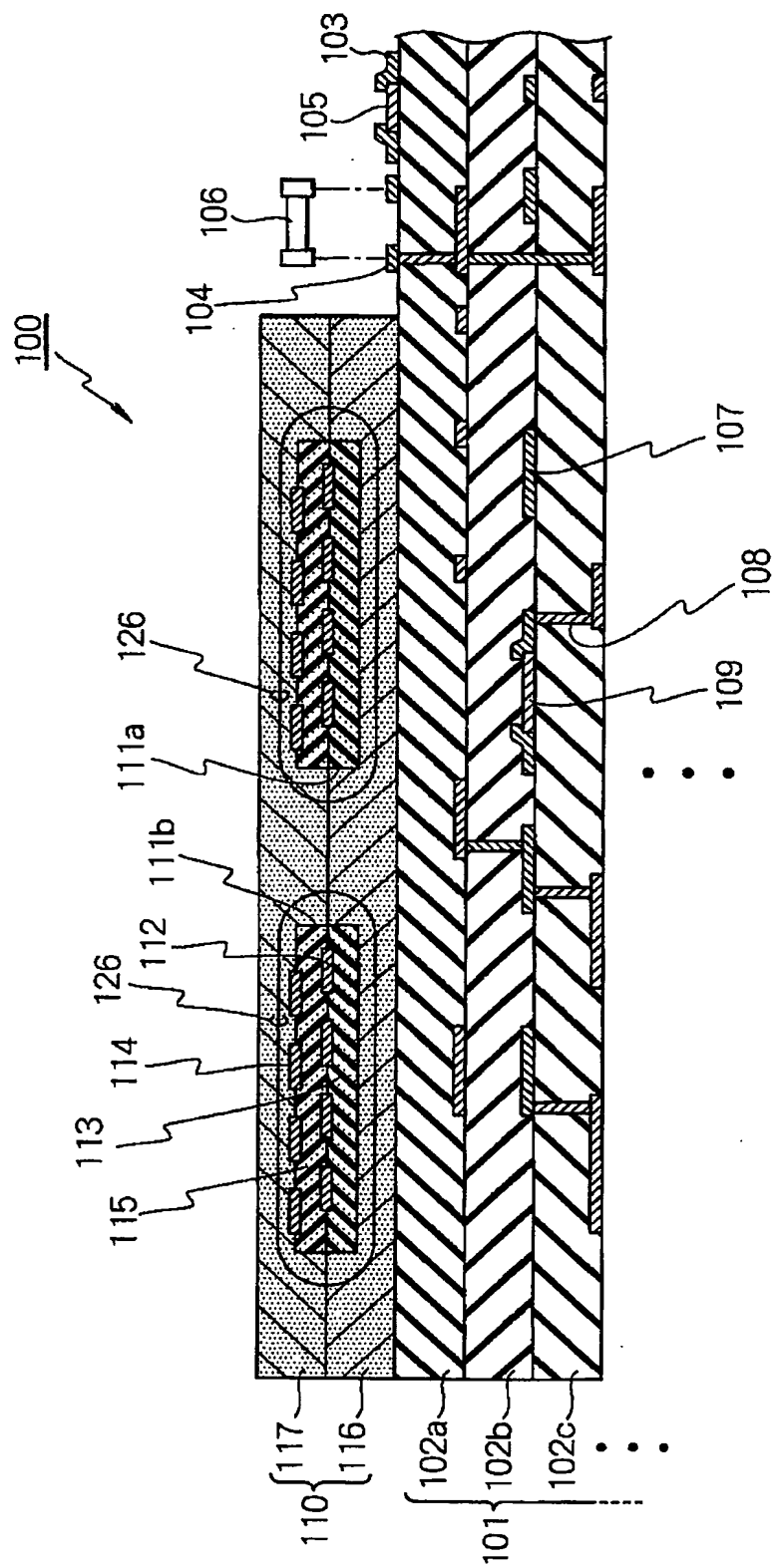
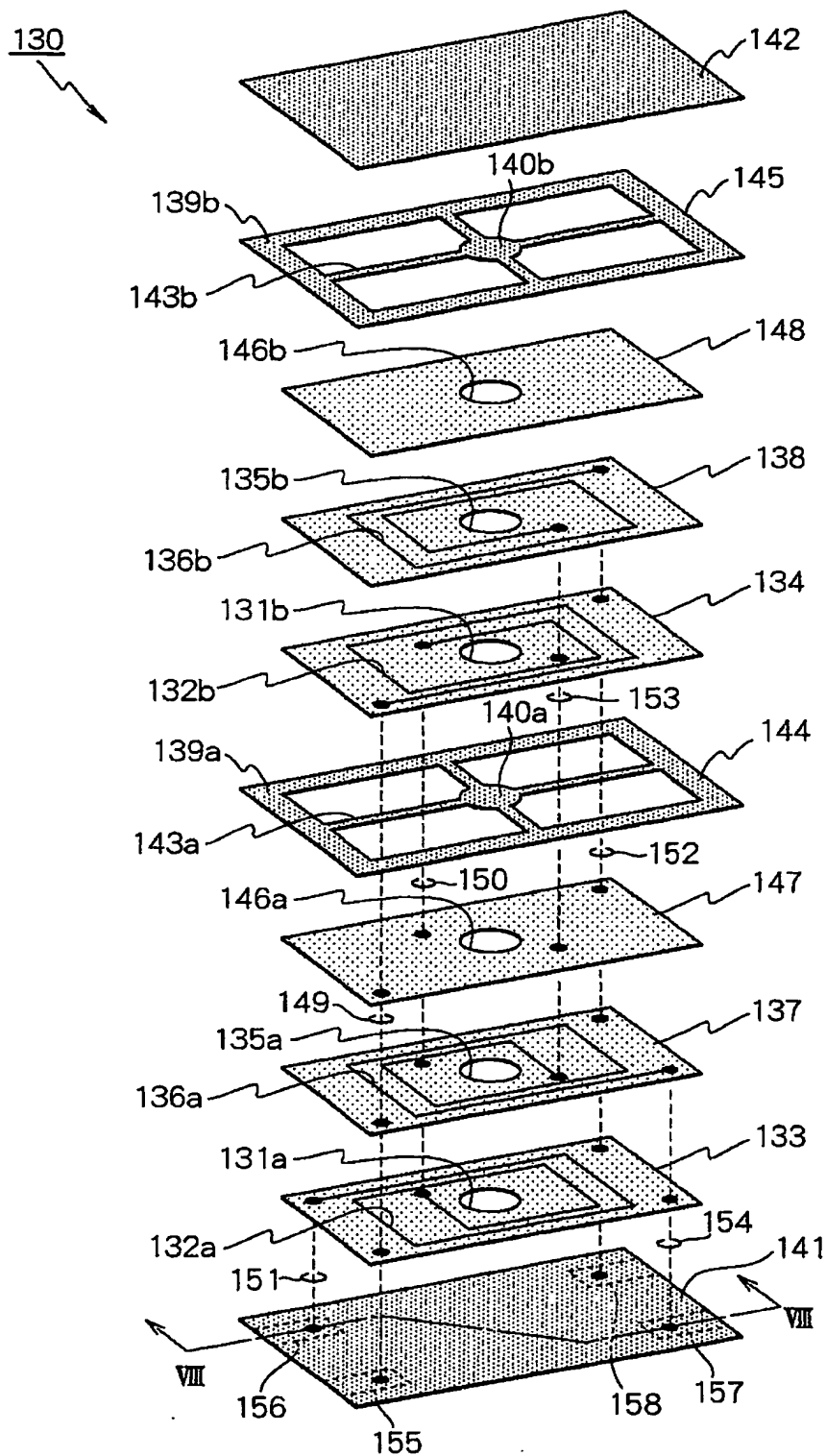


図7



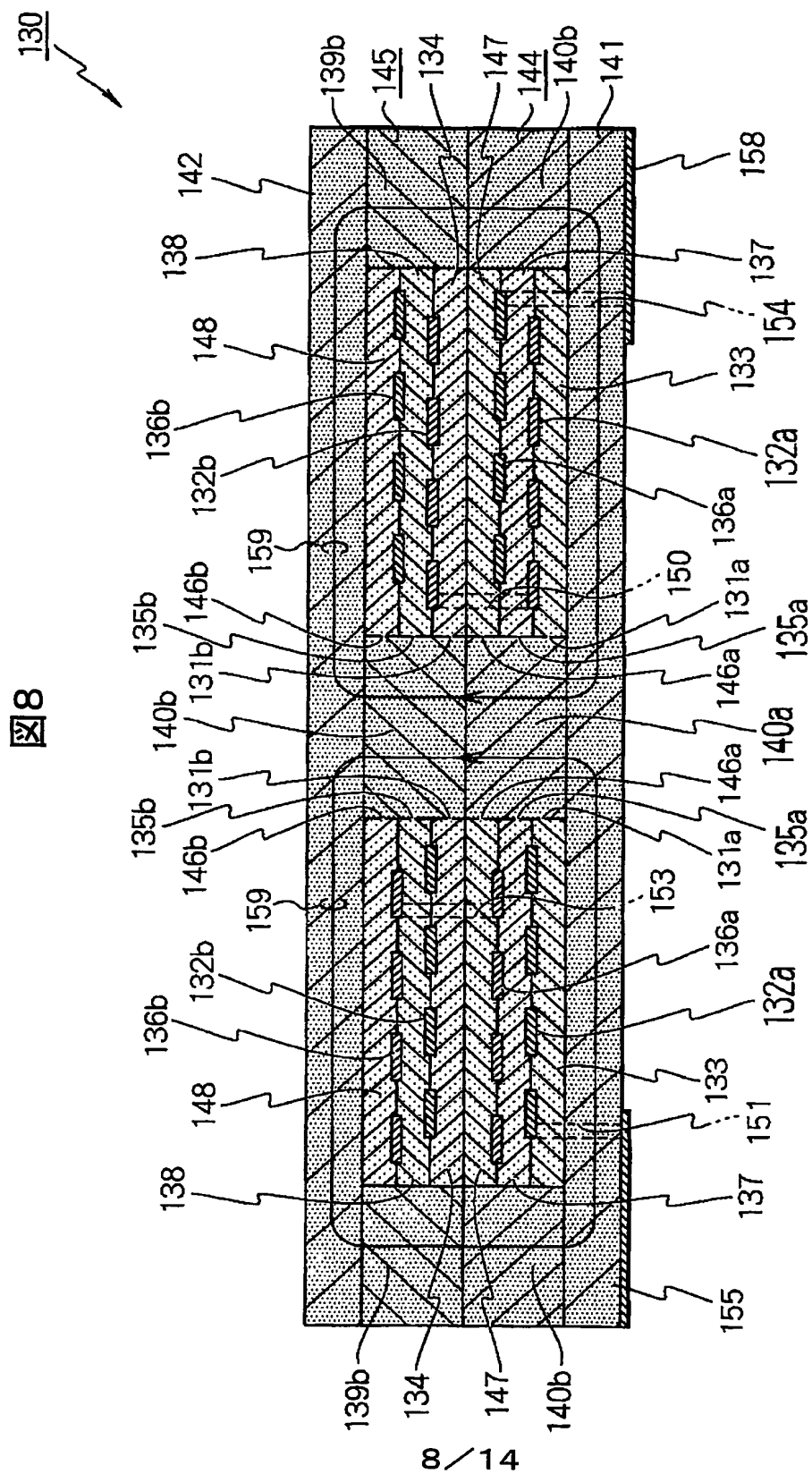


图9

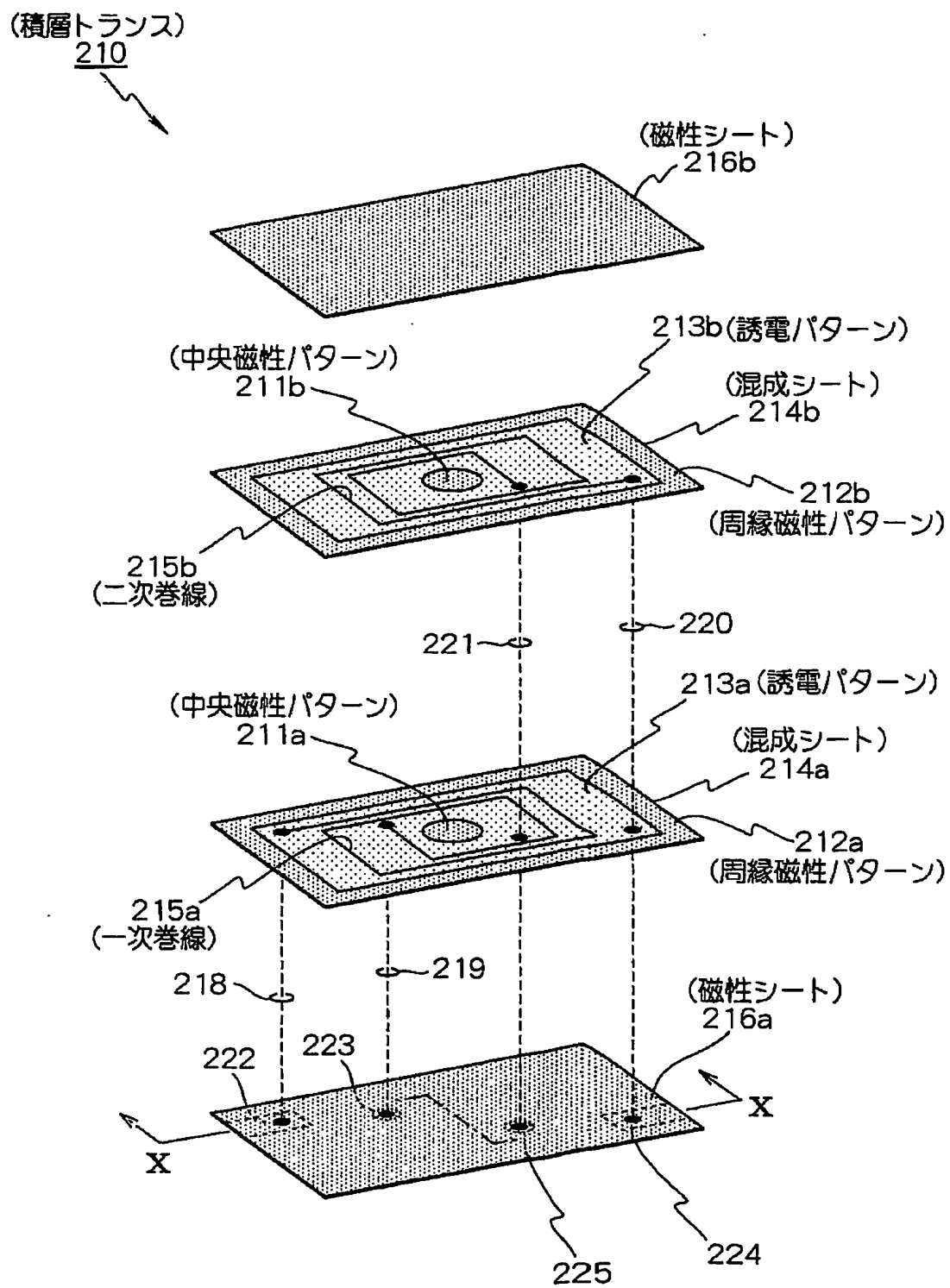


図10

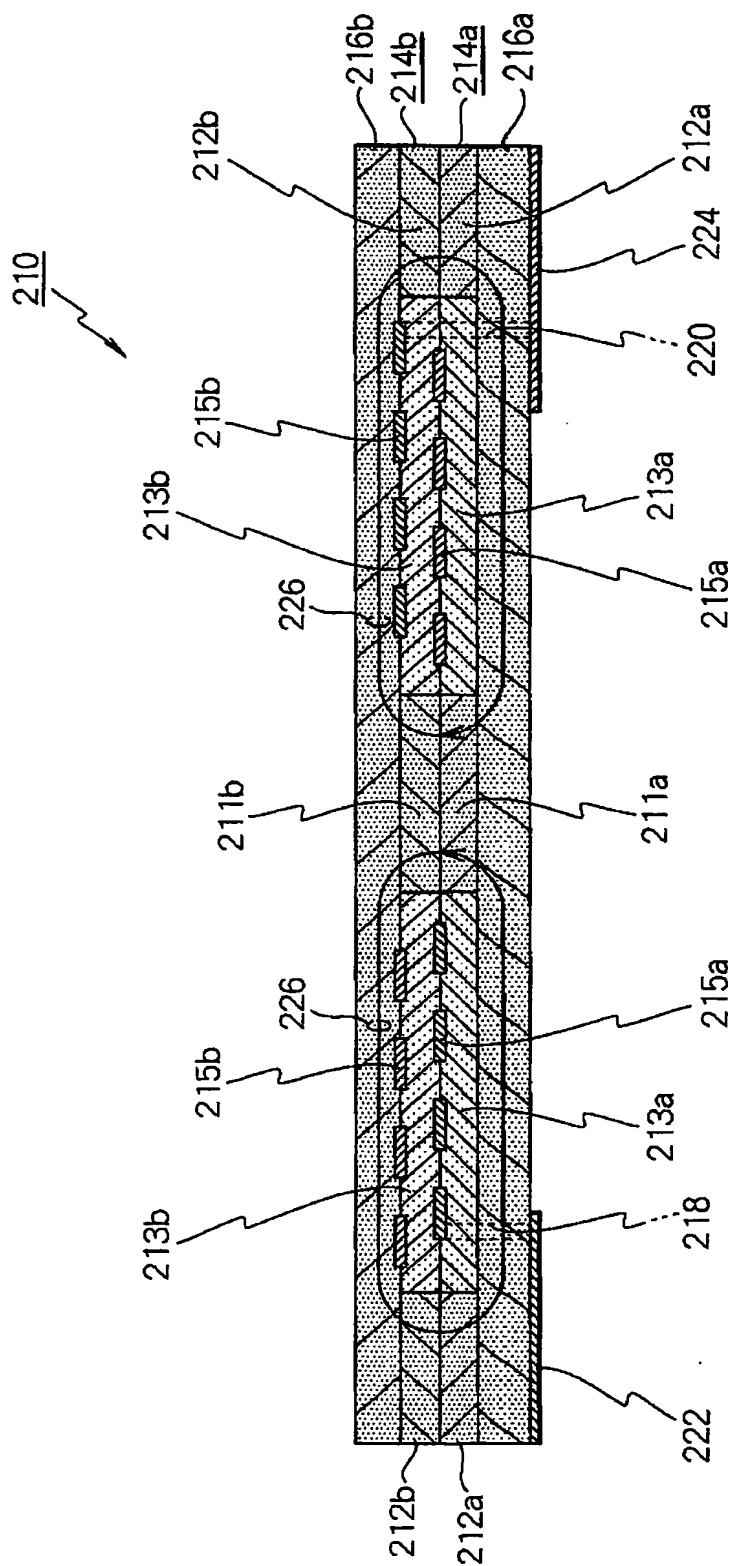
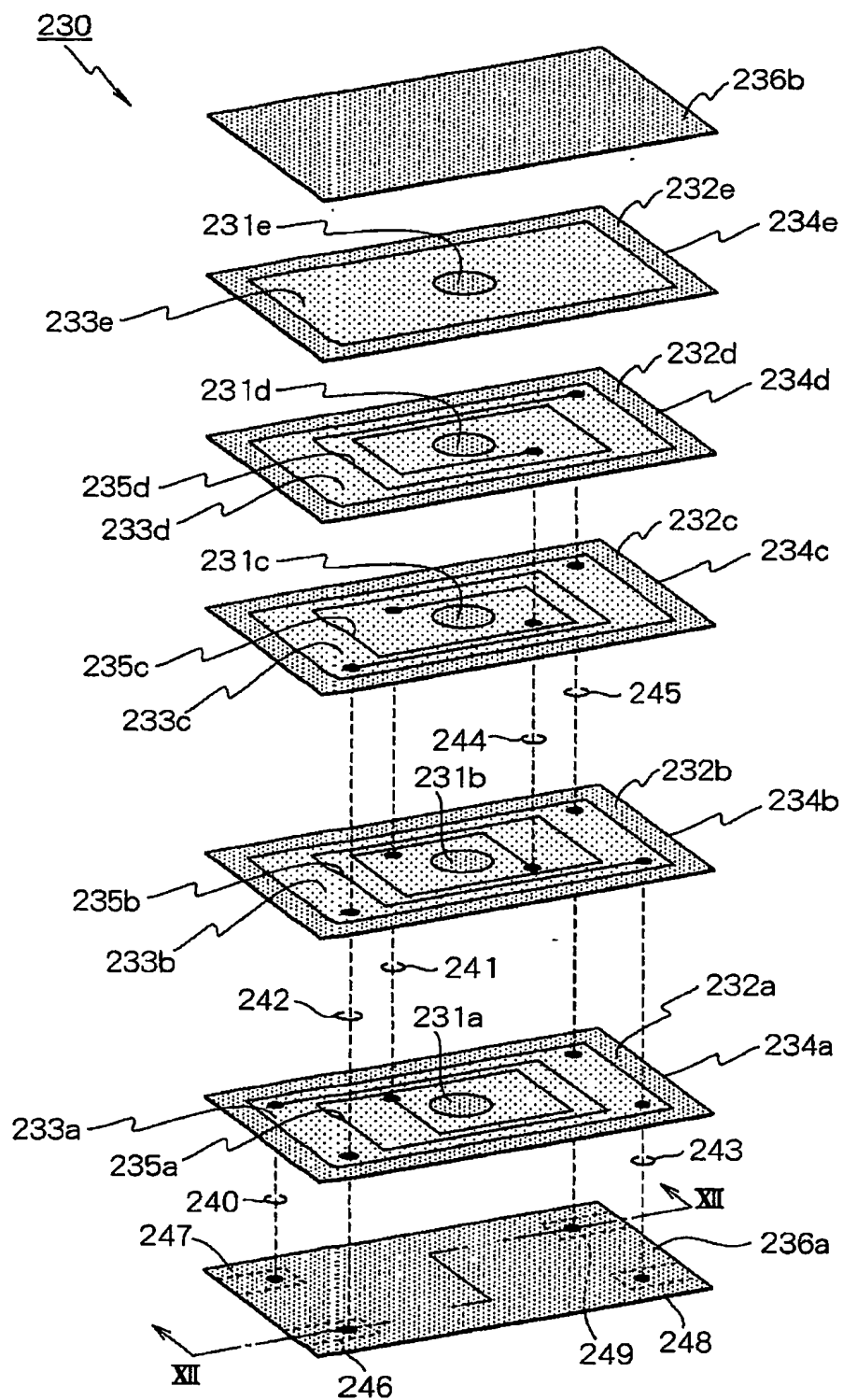
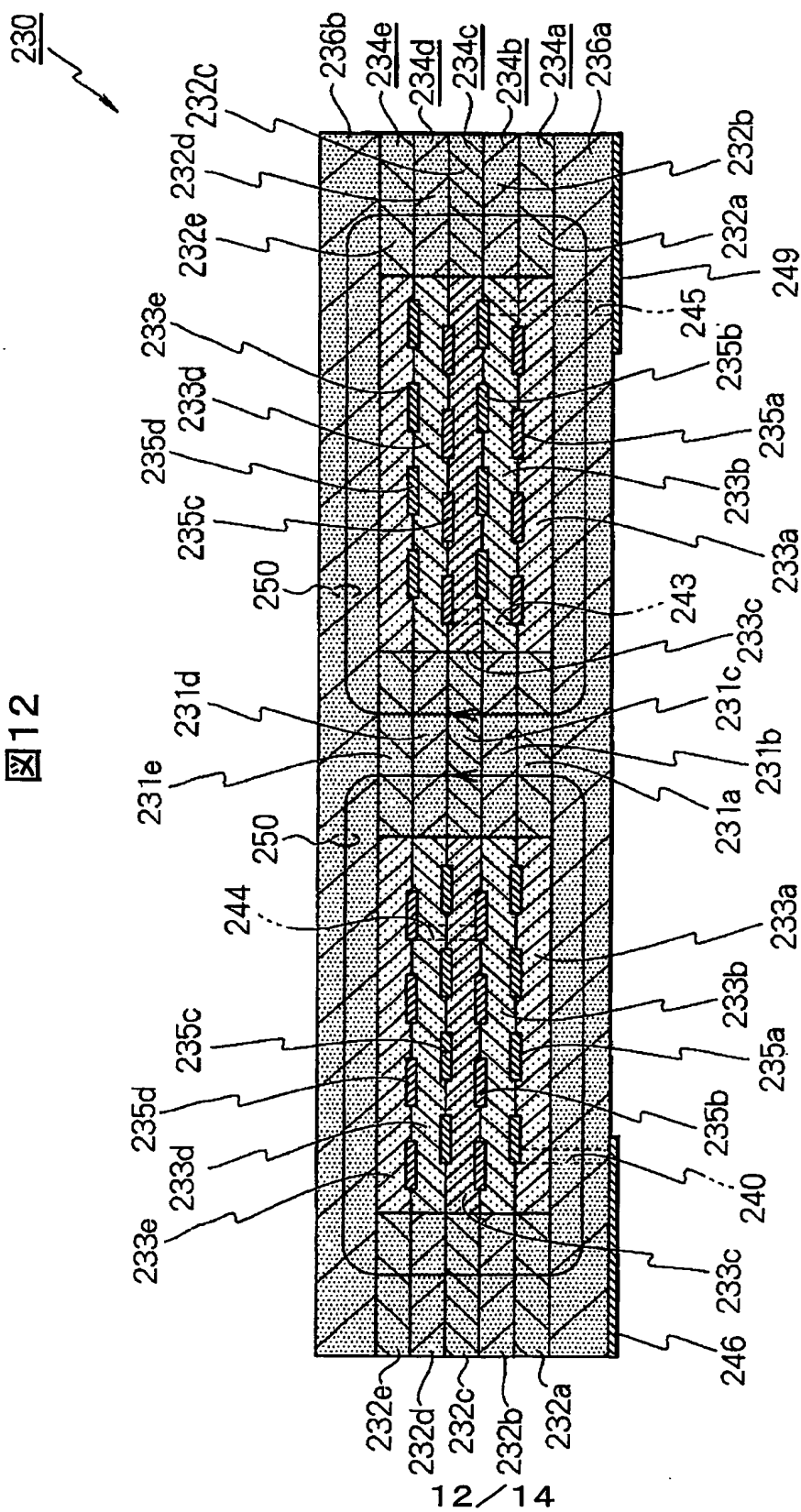




図 11



12



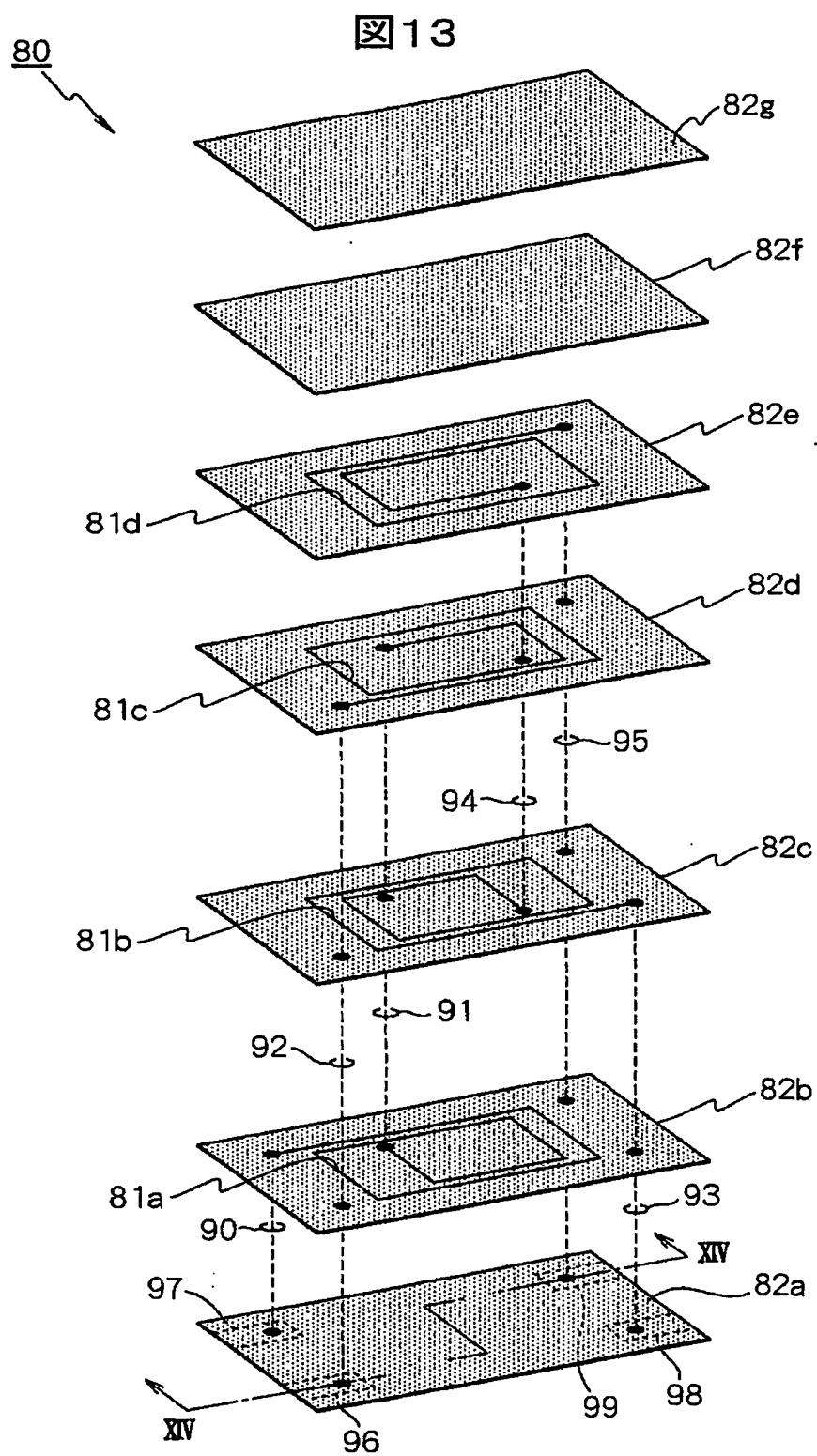


図14

